

NICT 鹿島 VLBI グループ 機関報告

川合栄治、関戸衛、岳藤一宏、氏原秀樹、
近藤哲朗、堤正則、宮内結花、長谷川新吾
情報通信研究機構

概要：NICT 鹿島 VLBI グループでは、VLBI 周波数比較プロジェクトをメインに実施しつつ、IVS による国際測地観測、木星観測、パルサー観測などを実施している。

アンテナは、茨城県鹿嶋市に 34m、11m パラボラがあり、東京都小金井市に 11m パラボラがある。構成員は、パーマネント 2 名、有期研究員 3 名、有期技術員 1 名、派遣 3 名である。

1 VLBI 周波数比較プロジェクト

可搬型広帯域 VLBI システムによる周波数比較プロジェクト GALA-V の概念図を図. 1 に示す。移設可能な小型アンテナを周波数標準機関に設置し、より感度の高い大型アンテナとの協同観測によって小型アンテナ間の周波数比較を実現する。

GALA-V システムの基本観測モードとしては、4.0GHz、5.6GHz、10.4GHz、および 13.6GHz の 4 つの帯域で 1GHz の帯域幅のデータを取得する。バンド幅合成により約 10GHz にわたる周波数帯域幅の信号を合成し、有効帯域幅 3.8GHz で群遅延計測を行う。これは従来の測地 VLBI 観測の 10 倍の帯域幅であり、同じ SNR の条件の下で 10 倍の遅延計測精度向上が期待できる。

1.1 Gala-V を用いた UTC[NICT] と UTC[NMIJ] との比較

広帯域小型 VLBI による周波数比較技術を確立・実証するため、UTC[NMIJ] を維持する産総研の計量標準センターと NICT2 号館屋上に小型アンテナを設置し(図 2)、UTC[NMIJ]-UTC[NICT] の比較実験を実施すると共にアンテナ性能の向上を図っている。

システム雑音温度(T_{sys})、開口効率、システム等価フラックス密度(SEFD)の改善状況を図 3~図 5 に示す。開口効率は 10~20% 程度上昇、SEFD は 10 万 Jy~20 万 Jy 程度改善されていることが分かる。

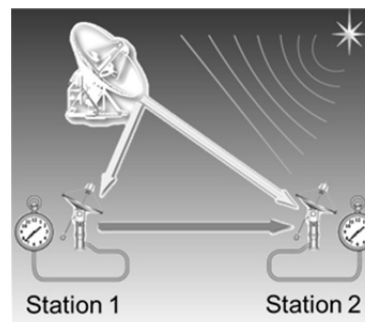


図 1: VLBI による周波数比較プロジェクト GALA-V システムの概念図。

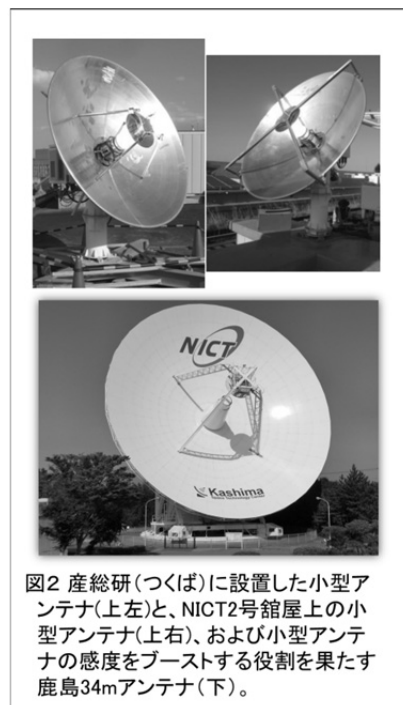


図 2 産総研(つくば)に設置した小型アンテナ(上左)と、NICT2号館屋上の小型アンテナ(上右)、および小型アンテナの感度をブーストする役割を果たす鹿島34mアンテナ(下)。

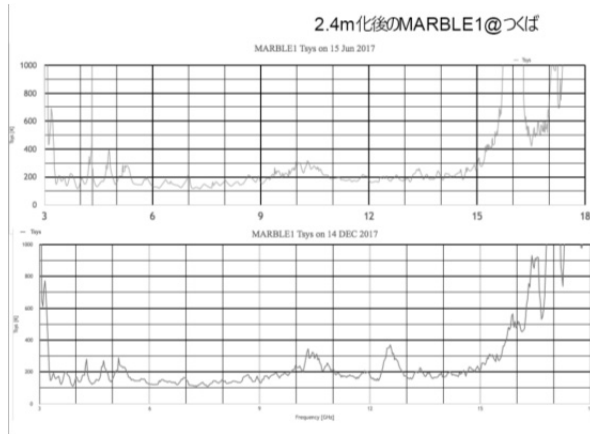


図3 Tsysの改善状況

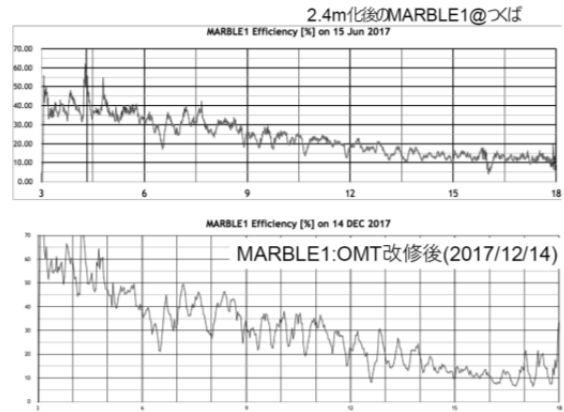


図4 開口効率の改善状況

1.2 ホログラフィ観測による鏡面精度の改善

主鏡背面構造部の補修時に主鏡パネル位置を復元すると共に開口効率の上昇を目指してホログラフィ観測を試行した。12GHz帯の衛星電波を利用したホログラフィ観測により測定した鏡面の状況を図6に示す。下部のパネル(参考:図10)を部分的に調整した後の観測結果を図7に示す。調整後はパネル精度が改善されることが確認でき、観測手法と調整量の見通しが立った。補修工事時に足場が仮設され主鏡背面に容易にアクセスできる時に他のパネル調整を計画している。

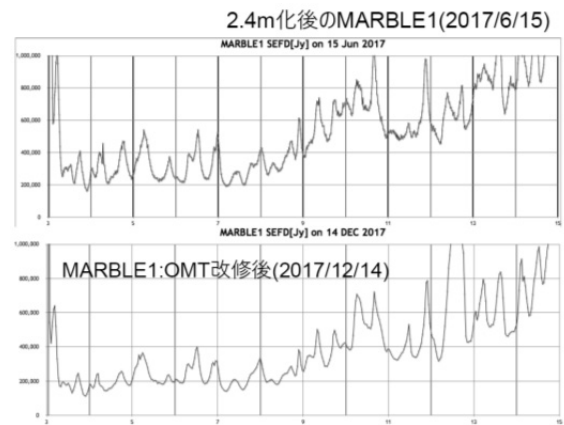


図5 SEFDの改善状況

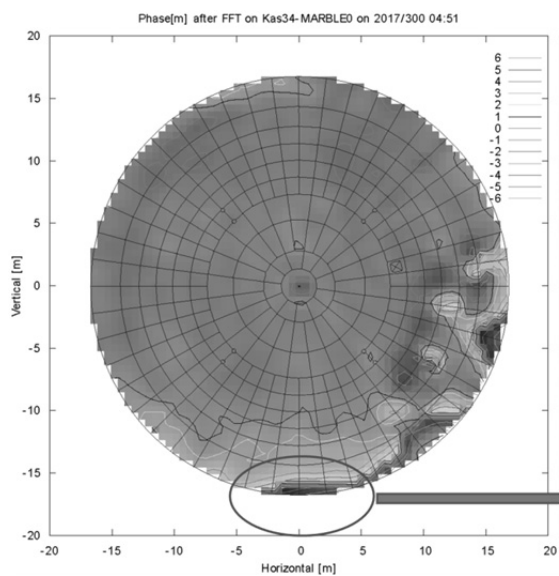


図.6 ホログラフィ観測による鏡面測定

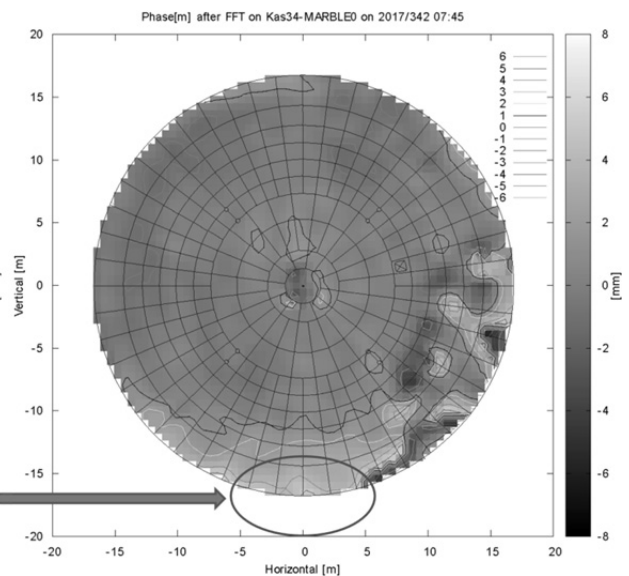


図.7 鏡面調整による精度改善

2 アンテナ運用状況

鹿島 34m、鹿島 11m、小金井 11m

鹿島 34m アンテナ(図 2 下)、鹿島 11m アンテナ(図 8)、小金井 11m アンテナ(図 9)の 2017 年の運用状況を主な観測について表 1 に示す。前述の開発実験に加えてこれらの観測を実施している。鹿島 11m は IVS の CONT17 という 15 日間連続観測キャンペーンに参加、例年の約 2 倍の観測日数となった。木星観測は共同研究により、STEREO 衛星は NICT 内の他の研究グループに協力している。



図 8: 鹿島 11m アンテナ 図 9: 小金井 11m アンテナ。

3 アンテナ保守状況

各アンテナの保守状況を表 2 に示す。34m アンテナは 2015 年 4 月～5 月に主鏡背面構造部の下側三分の一程度について補修塗装を実施した(図 10)が、その範囲外の背面構造部の腐食が進行、2017 年 10 月に高所作業車により調査を実施(図 11)、補修工事設計を行っており、2018 年 3 月から数ヶ月間の補修工事を予定している。

また、冷却受信機のヘリウム微少漏れが発生、当初はヘリウムを補充しながら受信機を使用していたが、漏れ量が増加して冷却が停止、途中からシステム雑音温度が上昇した観測となったが、漏れ箇所(配管)を特定、配管を交換して冷却受信機は復旧した。

鹿島 11m アンテナは主鏡ハッチインターロック不良等が発生、アンテナが一時停止したが、対処して復旧した。小金井 11m は保守できなかった。



図 10: 鹿島 34m 背面構造部の補修塗装(2015 年 4 月～5 月) アンテナ傾斜時に地上に近づく箇所に足場を仮設、下側の三分の一程度の補修塗装を実施した。

表 1: アンテナ毎の主な観測の運用日数(2017 年) プロジェクト実験、保守日数を除く。

アンテナ	IVSによる国際観測	国内 JVN	木星	バルサー
鹿島34m	16	6	20	3
鹿島11m	29			
小金井11m	11		空き時間は STEREO衛星連日受信	

表 2: アンテナ毎の保守状況(2017 年)

アンテナ	保守状況
鹿島34m	空き時間に随時実施。
鹿島11m	不具合発生時に随時対処。
小金井11m	なし



図 11. 前回 2015 年の補修範囲外の背面構造部腐食の進行が懸念され、高所作業車による調査を 2017 年 10 月に実施、補修工事設計を行っており、2018 年 3 月から数ヶ月間の補修工事を予定している。